

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-349068

(43)Date of publication of application : 03.12.1992

(51)Int.Cl.

B62D 6/00
B62D 5/04
B62D 7/14
// B62D101:00
B62D113:00
B62D121:00

(21)Application number : 03-008036

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 28.01.1991

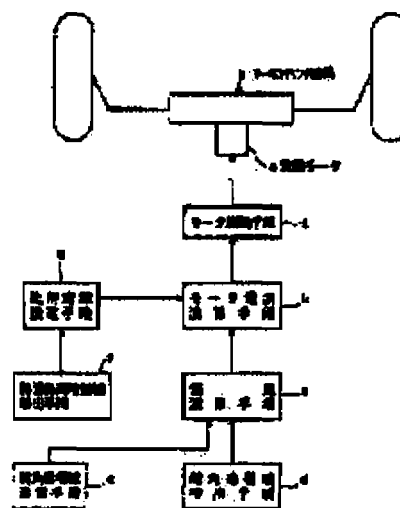
(72)Inventor : EGUCHI TAKAAKI
HIRAI TOSHIRO

(54) MOTOR CONTROL DEVICE OF FOUR-WHEEL STEERING CAR

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce hysteresis while maintaining the motor control responsivity in motor current controlling, which is conducted on the basis of a proportioning constant and the deviation of the steering angle followup value from its target value, and to enhance the motor controlling precision by varying the proportioning constant in accordance with the road surface load generated due to road surface reactive force at the time of cornering.

CONSTITUTION: A motor control device as per invention includes a steering angle target value calculating means (c) to calculate the steering angle target value as desired at the time the steering wheel is turned, a steering angle followup value sensing means (d) to sense the steering angle followup value for the car wheel steered by a motor (a), and a deviation calculating means (e) which calculates the deviation of the steering angle followup value from its target value. This is further equipped with a road surface load equivalent sensing means (f) to sense the road surface load equivalent generated on the basis of the road surface reactive force at the time of cornering and a proportioning constant setting means (g) to set the proportioning constant which increases in accordance with the road surface load equivalent. The motor current is calculated by a motor current calculating means (h) on the basis of the obtained deviation and proportioning constant, and the motor current determined is impressed on the motor (a) with the aid of a motor driving means (i).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-349068

(43) 公開日 平成4年(1992)12月3日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 6 2 D 6/00		9034-3D		
5/04		9034-3D		
7/14		A 7721-3D		
// B 6 2 D 101:00				
113:00				

審査請求 未請求 請求項の数1(全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平3-8038

(22) 出願日 平成3年(1991)1月28日

(71) 出願人 00003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 江口 孝彰

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

(72) 発明者 平井 敏郎

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産

自動車株式会社内

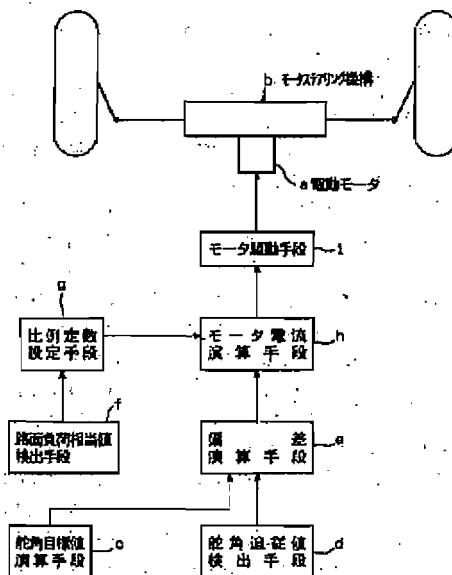
(74) 代理人 弁理士 平田 義則 (外1名)

(54) 【発明の名称】 四輪操舵車両のモータ制御装置

(57) 【要約】

【目的】 後輪または前後輪に電動モータをアクチュエータとするモータステアリング機構を有する四輪操舵車両のモータ制御装置において、モータ制御応答性を確保しながら、電動モータにより与えられる制御舵角が増加するに従って増大するヒステリシスの低減によりモータ制御精度の向上を図ること。

【構成】 基本的には舵角目標値と舵角追従値との偏差と比例定数とに基づくモータ電流制御とし、その比例定数を旋回時に路面反力に基づいて発生する路面負荷に応じて変化させる構成とした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 後輪または前後輪に電動モータをアクチュエータとするモータステアリング機構を有し、ハンドル操作時に後輪または前後輪の舵角を電動モータにより制御する四輪操舵車両において、前記ハンドル操作時に所望の舵角目標値を演算する舵角目標値演算手段と、電動モータにより転舵される車輪の舵角追従値を検出する舵角追従値検出手段と、前記舵角目標値と舵角追従値との偏差を演算する偏差演算手段と、旋回時に路面反力に基づいて発生する路面負荷相当値を検出する路面負荷相当値検出手段と、前記路面負荷相当値の増加に応じて増加する比例定数を設定する比例定数設定手段と、少なくとも前記偏差と前記比例定数とに基づいてモータ電流を演算するモータ電流演算手段と、前記モータ電流演算手段により得られたモータ電流を前記電動モータに印加するモータ駆動手段と、を備えていることを特徴とする四輪操舵車両のモータ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、後輪または前後輪に電動モータをアクチュエータとするモータステアリング機構を有し、ハンドル操作時に後輪または前後輪の舵角を*

$$IM = L \cdot \theta \varepsilon - m \cdot d(\theta M) + Kp$$

IM : モータ電流

$\theta \varepsilon$: 目標値と追従値との偏差

$d(\theta M)$: モータ回転角速度

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、例えば、後輪舵角を電動モータにより制御するモータステアリング機構を有する四輪操舵車両において、後輪舵角の大きさや車速等に応じて路面負荷が変化するにもかかわらず、モータ電流制御式の比例定数Lは固定値で与えている為、図11に示すように、後輪舵角が増加するに従ってヒステリシスが增大する特性を示す。

【0007】 例えば、後輪舵角（ストローク）に比例して路面負荷が発生すると考えた場合、舵角目標値と舵角追従値とを一致させるには後輪舵角に比例したモータトルクを与える必要がある。ところが、上記モータ電流制御式から明らかなように、モータ制御において制御応答性を重視し、舵角目標値と舵角追従値との偏差に比例したモータ電流（モータトルク）を与えるようにしている。従って、後輪舵角が大きな領域で舵角目標値に対し舵角追従値が近づいて偏差が小さくなった場合、電動モータに与えられるモータトルクが小さくなるのに対し、路面負荷は増大するという関係となり、後輪舵角が大きくなればなるほど舵角目標値と舵角追従値とが次第に離れる。

【0008】 尚、図11は前輪舵角に1:1で比例した後輪舵角目標値を与える一例であり、後輪舵角の増大方向と減少方向とでは、ラック&ピニオン等の非可逆性ギ

*電動モータにより制御する四輪操舵車両のモータ制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、電動モータをアクチュエータとするステアリング機構を後輪に有する四輪操舵車両としては、例えば、特開昭61-46766号公報に記載のものが知られているし、電動モータをアクチュエータとするステアリング機構を前後輪に有する四輪操舵車両としては、例えば、特開昭61-89171号公報に記載のものが知られている。

【0003】 前者の従来出典には、ハンドル操作時にハンドル操作量に応じて前後輪の舵角目標値を決め、この舵角目標値を得るべく電動モータにより前後輪の舵角を制御する内容が示され、後者の従来出典には、ハンドル操作による前輪操舵時に前輪操舵角に応じて後輪舵角目標値を決め、この後輪舵角目標値を得るべく電動モータにより後輪の舵角を制御する内容が示されている。

【0004】 以上のような電動モータをアクチュエータとするモータステアリング機構では、下記に示すモータ電流制御式によりモータ制御が行なわれる。

【0005】

L : 比例定数

m : ダンピング定数

Kp : フリクション補正定数

アを用いた減速機構によるフリクション影響での定量的なヒステリシスが発生する。

【0009】 本発明は、上記のような問題に着目してなされたもので、後輪または前後輪に電動モータをアクチュエータとするモータステアリング機構を有する四輪操舵車両のモータ制御装置において、モータ制御応答性を確保しながら、電動モータにより与えられる制御舵角が増加するに従って増大するヒステリシスの低減によりモータ制御精度の向上を図ることを課題とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため本発明の四輪操舵車両のモータ制御装置では、基本的には舵角目標値と舵角追従値との偏差と比例定数とに基づくモータ電流制御とし、その比例定数を旋回時に路面反力に基づいて発生する路面負荷に応じて変化させる手段とした。

【0011】 即ち、図1のクレーム対応図に示すように、後輪または前後輪に電動モータaをアクチュエータとするモータステアリング機構bを有し、ハンドル操作時に後輪または前後輪の舵角を電動モータにより制御する四輪操舵車両において、前記ハンドル操作時に所望の舵角目標値を演算する舵角目標値演算手段cと、電動モータaにより転舵される車輪の舵角追従値を検出する舵角追従値検出手段dと、前記舵角目標値と舵角追従値と

の偏差を演算する偏差演算手段eと、旋回時に路面反力に基づいて発生する路面負荷相当値を検出する路面負荷相当値検出手段fと、前記路面負荷相当値の増加に応じて増加する比例定数を設定する比例定数設定手段gと、少なくとも前記偏差と前記比例定数とに基づいてモータ電流を演算するモータ電流演算手段hと、前記モータ電流演算手段hにより得られたモータ電流を前記電動モータaに印加するモータ駆動手段iとを備えていることを特徴とする。

【0012】

【作用】旋回走行時には、偏差演算手段eにおいて、舵角目標値演算手段cによる舵角目標値と舵角追従値検出手段dによる舵角追従値との偏差が演算され、比例定数設定手段gにおいて、旋回時に路面反力に基づいて発生する路面負荷相当値を検出する路面負荷相当値検出手段fからの路面負荷相当値の増加に応じて増加する比例定数が設定される。そして、モータ電流演算手段hにおいて、偏差演算手段eからの偏差と比例定数設定手段gからの比例定数とに基づいてモータ電流が演算され、モータ駆動手段iにおいて、モータ電流演算手段hにより得られたモータ電流が電動モータaに印加される。

【0013】従って、ハンドル操作時には、舵角目標値と舵角追従値との偏差と、旋回時に路面反力に基づいて発生する路面負荷相当値に応じた比例定数とを用いてモータ電流が制御されることになり、偏差が大きいほど高電流値（高モータトルク）によるモータ電流が印加されることで高い応答性が得られると共に、旋回時に路面反力に基づいて発生する路面負荷に応じて比例定数が設定されることで、電動モータaにより与えられる制御舵角が増加するに従って増大するヒステリシスの低減が図られる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【0015】構成を説明する。

【0016】図2は本発明実施例の装置が適用された四輪操舵車両のモータ制御装置を示す全体システム図である。

【0017】実施例の四輪操舵車両のモータ制御装置は、図2に示すように、前輪1、2の操舵は、ステアリングハンドル3と機械リンク式ステアリング機構4によって行なわれる。これは、例えば、ステアリングギア、ピットマンアーム、リレーロッド、サイドロッド5、*

$$IM = L \cdot \theta e - m \cdot d(\theta M) + Kp \quad \dots(1)$$

IM : モータ電流

θe : 目標値と追従値との偏差

$d(\theta M)$: モータ回転角速度

L : 比例定数

m : ダンピング定数

Kp : フリクション補正定数

即ち、モータステアリング機構において路面負荷が後輪舵角に比例して増加する場合、図4に示すように、路面負荷を模擬したバネ負荷を付加したモデルに置き換える

*6、ナックルアーム7、8等で構成される。

【0018】そして、後輪9、10の転舵は、電動式ステアリング装置11（モータステアリング機構に相当）によって行なわれる。この後輪9、10間は、ラックシャフト12、サイドロッド13、14、ナックルアーム15、16により連結され、ラック12が内挿されたラックチューブ17には、減速機構18とモータ19（電動モータに相当）とフェイルセーフソレノイド20が設けられ、このモータ19とフェイルセーフソレノイド20は、車速センサ21、前輪舵角センサ22、ストロークセンサ23、エンコーダ24、ロードセル25等からの信号を入力するコントローラ26により駆動制御される。

【0019】図3は電動式ステアリング装置11の具体的構成を示す断面図で、ラック12が内挿されたラックチューブ17はブラケットを介して車体に固定されている。そして、ラック12の両端部には、ボールジョイント30、31を介してサイドロッド13、14が連結されている。減速機構18は、モータ19のモータ軸に連結されたモータピニオン32と、該モータピニオン32に噛合するリングギア33と、該リングギア33に固定されると共にラックギア12aに噛み合うラックピニオン35とによって構成されている。従って、モータ19が回転すると、モータピニオン32→リングギア33→ラックピニオン35へと回転が伝達され、回転するラックピニオン35とラックギア12aとの噛み合いにより、ラックシャフト12が軸方向へ移動して後輪9、10の転舵が行なわれる。この後輪9、10の転舵量は、ラックシャフト12の移動量、即ち、モータ19の回転量に比例する。

【0020】前記ラックピニオン35には、その回転角度を検出するエンコーダ24のセンサー軸24aがカプラ36を介して連結されている。

【0021】前記フェイルセーフソレノイド20には、ロックピン20aが進退可能に設けられていて、電子制御系等のフェイル時には、ラックシャフト12に形成されたロック溝12bにロックピン20aを嵌入させることでラックシャフト12を、後輪9、10が中立舵角位置を保つ位置に固定するようにしている。

【0022】作用を説明する。

【0023】まず、電動モータをアクチュエータとするモータステアリング機構では、下記に示すモータ電流制御式によりモータ制御が行なわれる。

$$\dots(1)$$

L : 比例定数

m : ダンピング定数

Kp : フリクション補正定数

ことができる。このモータステアリング機構モデルにおいてモータトルクに対するモータ電流値IMの静特性は、図5のように比例特性を示す。ここで、モータトル

6

クを目標値と追従値との偏差の大きさに応じて与えるようにした場合、モータトルクをそのまま偏差に置き換えることができるので、図6の特性に示すようになり、静*

$$I_M = L \cdot \theta_e + K_p$$

加えて、モータへの駆動指令に対する後輪舵角の応答を決める動特性は、油圧ステアリング機構等と比べて応答性の良いモータステアリング機構では減衰性を考えれば良い。そこで、減衰項である $[-m \cdot d(\theta_M)]$ を上記(2)式に加えることで、(1)式に示すモータ電流制御式を得ることができる。尚、減衰力は舵角追従値変化速度に比例する関係にあり、この舵角追従値変化速度としては、上記のようにモータ回転角速度を用いても、また、ストローク速度を用いても良い。

【0025】図7はコントローラ26で行なわれるモータ制御作動の流れを示すフローチャートであり、以下、各ステップについて説明する。

【0026】ステップ70では、各センサ21~25から入力信号が読み込まれる。

【0027】ステップ71では、車速センサ21からの車速Vと前輪舵角センサ22からの前輪舵角 θ_F に基づいて後輪舵角目標値 θ_{R*} が演算される（舵角目標値演算手段に相当）。尚、後輪舵角目標値 θ_{R*} は、例えば、特開平1-202579号公報等に記載されているような手法により最適な旋回性能を得るべく求められる。

【0028】ステップ72では、エンコーダ24により検出されたモータ回転角度 θ_M により後輪舵角追従値 θ_R が演算される（舵角追従値演算手段に相当）。

【0029】ステップ73では、後輪舵角目標値 θ_{R*} から後輪舵角追従値 θ_R を差し引いた絶対値により偏差 θ_e が演算される（偏差演算手段に相当）。

【0030】ステップ74では、今回の処理時にエンコーダ24により検出されたモータ回転角度 θ_M と、数回前の処理時に検出された記憶モータ回転角度 θ_{M1} に基づいてモータ回転角速度 $d(\theta_M)$ が演算される。

【0031】ステップ75では、前輪舵角センサ22からの前輪舵角 θ_F と車速センサ21からの車速Vの関数 $f(\theta_F, V)$ に基づいて比例定数Lが演算される（比例定数設定手段に相当）。

【0032】即ち、前輪舵角 θ_F と車速Vにより定まる横加速度によって発生する路面負荷を検出すると共に、この路面負荷をそのまま比例定数Lとして設定しているもので、前輪舵角 θ_F に対する路面負荷及び比例定数Lの関係は図8に示すように前輪舵角 θ_F の上昇に従って立ち上がり勾配が小さくなるような特性であらわされ、車速Vに対する路面負荷と比例定数Lの関係は図9に示すように車速Vの上昇にほぼ一次の比例関係特性であらわされる（路面負荷相当値検出手段に相当）。

【0033】ステップ76では、モータ電流 I_M が上記の式(1)により演算される（モータ電流演算手段に相当）。尚、ダンピング定数m及びフリクション補正定数

6

*特性を考えた場合には、次式を得ることができる。

【0024】

... (2)

Kpは予め設定された固定値により与えても良いし、車両諸元を検出して最適な値による可変値により与えても良い。

【0034】ステップ77では、ステップ78で求められたモータ電流 I_M がモータ19に出力される（モータ駆動手段に相当）。

【0035】次に、実施例装置を搭載した四輪操舵車両での旋回走行作用を説明する。

【0036】旋回走行時には、ステップ73において、ステップ71で求められた後輪舵角目標値 θ_{R*} とステップ72で求められた後輪舵角追従値 θ_R との偏差 θ_e が演算され、ステップ75において、ハンドル操作による前輪舵角 θ_F と車速Vにより定まる横加速度によって発生する路面負荷（路面反力）の増減に応じて増減する比例定数Lが設定される。そして、ステップ76において、偏差 θ_e と比例定数Lを掛け合わせた比例項を有するモータ電流制御式(1)に基づいてモータ電流 I_M が演算され、ステップ77において、ステップ76により得られたモータ電流 I_M がモータ19に印加される。

【0037】従って、ハンドル操作時には、後輪舵角目標値 θ_{R*} と後輪舵角追従値 θ_R との偏差 θ_e と、旋回時に路面反力に基づいて発生する路面負荷に応じた比例定数Lとを用いてモータ電流 I_M が制御されることになり、偏差 θ_e が大きいほど高電流値（高モータトルク）によるモータ電流 I_M が印加されることで高い応答性が得られる。

【0038】加えて、旋回時に路面反力に基づいて発生する路面負荷に応じて比例定数Lが設定されることで、図10に示すように、モータ19により与えられる後輪舵角が増加するに従って増大する比例定数Lが与えられることになり、後輪舵角目標値 θ_{R*} と後輪舵角追従値 θ_R との偏差 θ_e が小さくなってゆく領域で固定値による比例定数Lを与えた場合に比べ後輪舵角追従値 θ_R の増大ゲインが高まり、従来技術のように後輪舵角の増加に従って増大するヒステリシスが小さく抑えられ、後輪舵角目標値 θ_{R*} と後輪舵角追従値 θ_R との高い一致性が図られる。

【0039】以上説明してきたように、実施例にあっては、後輪9、10側にモータ19をアクチュエータとする電動式ステアリング装置11を有する四輪操舵車両のモータ制御装置において、基本的には後輪舵角目標値 θ_{R*} と舵角追従値 θ_R との偏差 θ_e に比例定数Lを掛け合わせた比例項を有するモータ電流制御式(1)に基づくモータ電流制御とし、その比例定数Lを旋回時に路面反力に基づいて発生する路面負荷に応じて変化させる装置とした為、モータ制御応答性を確保しながら、モータ19

により与えられる後輪舵角が増加するに従って増大するヒステリシスの低減によりモータ制御精度の向上を図ることができる。

【0040】以上、実施例を図面により説明してきたが、具体的な構成は実施例に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲における変更や追加等があっても本発明に含まれる。

【0041】例えば、実施例では、後輪のみにモータステアリング機構を採用した適用例を示したが、前後輪にモータステアリング機構を採用したものであっても良い。

【0042】実施例では、路面負荷相当値検出手段として、前輪舵角と車速により演算で求める例を示したが、後輪に加わる路面負荷を直接検出するロードセルからの信号により求めたり、横加速度センサからの信号により求めたり、前輪舵角と車速に後輪舵角を加えて求めるような例としても良い。

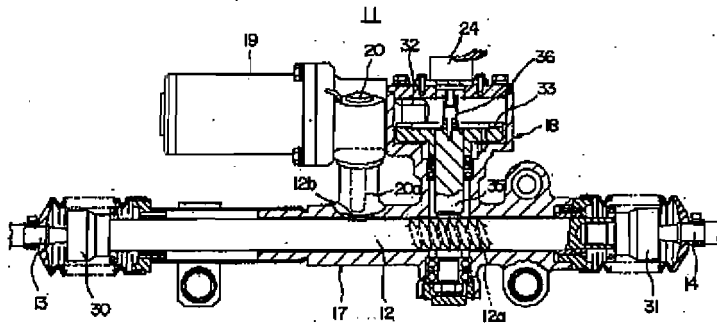
【0043】

【発明の効果】以上説明してきたように本発明にあっては、後輪または前後輪に電動モータをアクチュエータとするモータステアリング機構を有する四輪操舵車両のモータ制御装置において、基本的には舵角目標値と舵角追従値との偏差と比例定数とに基づくモータ電流制御とし、その比例定数を旋回時に路面反力に基づいて発生する路面負荷に応じて変化させる手段とした為、モータ制御応答性を確保しながら、電動モータにより与えられる制御舵角が増加するに従って増大するヒステリシスの低減によりモータ制御精度の向上を図ることが出来るという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の四輪操舵車両のモータ制御装置を示す

【図3】



クレーム対応図である。

【図2】実施例のモータ制御装置が適用された四輪操舵車両を示す全体システム図である。

【図3】実施例装置の電動式ステアリング装置の具体的な構成を示す断面図である。

【図4】電動式ステアリング装置の台モデル図である。

【図5】電動式ステアリング装置でのモータトルクに対するモータ電流値特性図である。

【図6】電動式ステアリング装置での目標値と追従値との偏差に対するモータ電流値特性図である。

【図7】実施例装置のコントローラで行なわれるモータ制御動作の流れを示すフローチャートである。

【図8】前輪舵角に対する路面負荷及び比例定数の関係特性図である。

【図9】車速に対する路面負荷及び比例定数の関係特性図である。

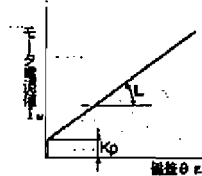
【図10】実施例技術での前輪舵角に対する後輪舵角の目標値特性図及び追従値特性図である。

【図11】従来技術での前輪舵角に対する後輪舵角の目標値特性図及び追従値特性図である。

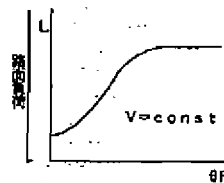
【符号の説明】

- a 電動モータ
- b モータステアリング機構
- c 舵角目標値演算手段
- d 舵角追従値検出手段
- e 偏差演算手段
- f 路面負荷相当値検出手段
- g 比例定数設定手段
- h モータ電流演算手段
- i モータ駆動手段

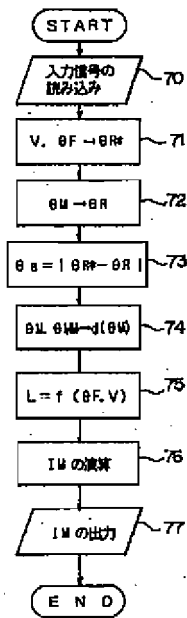
【図6】



【図8】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁵

B 6 2 D 121:00

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所